

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-339976

(43)Date of publication of application : 27.11.2002

(51)Int.Cl.

F16C 33/32  
G23C 8/28

(21)Application number : 2001-146163

(71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD

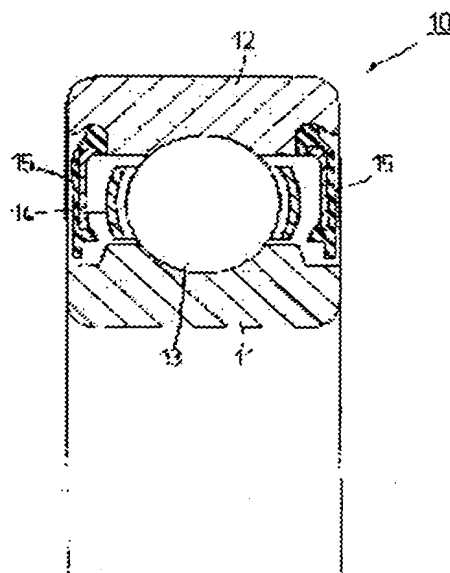
(22)Date of filing : 16.05.2001

(72)Inventor : KITAMURA KAZUHISA  
IKEDA TETSUO

## (54) ROLLER BEARING

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a roller bearing having metal components and capable of ensuring the performance as high as that of a ceramic roller bearing.  
**SOLUTION:** This roller bearing 10 comprises metal races 11 and 12, and a metal rolling body 13, and a layer 20 having the hardness  $\geq 1,200$  in terms of Vickers hardness (Hv) by the gas nitrosulphurizing treatment is provided at least on a surface of the rolling body 13. By setting the surface hardness of at least the rolling body 13 as high as possible compared to that of general metal members, the wear resistance of the rolling body 13 is improved, and the fretting durability of the bearing is improved.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-339976

(P2002-339976A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

F 1 6 C 33/32

F 1 6 C 33/32

3 J 1 0 1

C 2 3 C 8/28

C 2 3 C 8/28

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-146163 (P2001-146163)

(22) 出願日 平成13年 5 月16日 (2001. 5. 16)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

(72) 発明者 北村 和久

大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 光洋

精工株式会社内

(72) 発明者 池田 哲雄

大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 光洋

精工株式会社内

(74) 代理人 100086737

弁理士 岡田 和秀

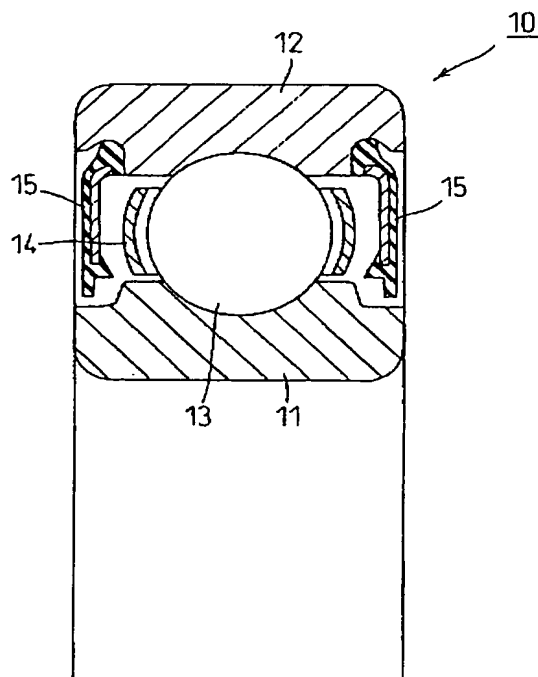
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】 転がり軸受において、構成要素を金属製としながら、セラミックス並みの性能を確保する。

【解決手段】 軌道輪 11、12 および転動体 13 を金属製とした転がり軸受 10 であり、少なくとも転動体 13 の表面に、ガス浸硫窒化処理によりビッカース硬さ (Hv) で 1200 以上の硬度を有する層 20 が設けられている。このように、少なくとも転動体 13 の表面硬度を一般的な金属材料に比べて可及的に高く設定していれば、転動体 13 の耐摩耗性が向上し、軸受のフレッチング耐久性が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】軌道輪および転動体を金属製とした転がり軸受であって、

少なくとも転動体の表面に、ガス浸硫窒化処理によりビッカース硬さ (Hv) で 1 2 0 0 以上の硬度を有する層が設けられていることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 2】軌道輪および転動体を金属製とした転がり軸受であって、

少なくとも転動体の表面に、ビッカース硬さ (Hv) で 1 2 0 0 以上の硬化層を有し、転動体の表面粗さが、中心線平均粗さ (Ra) で 0. 0 0 1  $\mu$  m 以下であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 3】請求項 1 または 2 の転がり軸受において、前記転動体が、0. 0 5  $\mu$  m 以下の真球度を有する玉であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 4】請求項 1 から 3 のいずれかの転がり軸受において、

前記硬化層が、転動体の直径寸法の 0. 1 % 以上であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 5】請求項 1 から 4 のいずれかの転がり軸受において、

前記転動体が、マルテンサイト系ステンレス鋼であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 6】請求項 1 から 5 のいずれかの転がり軸受において、

前記転動体の表層が、ガス浸硫窒化処理を施してから研磨仕上げすることにより得られる窒化層であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 7】請求項 6 の転がり軸受において、前記窒化層の厚みが、前記ガス浸硫窒化処理を施した時点で、一旦、転動体の直径寸法の 1 % 以上に設定されていて、前記研磨仕上げ処理を施すことにより転動体の直径寸法の 0. 1 % 以上に設定されることを特徴とする転がり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、転がり軸受に関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】従来から、例えばハードディスクドライブ装置 (HDD) やフロッピーディスクドライブ装置 (FDD) のスピンドル軸、ビデオテープレコーダ (VTR) のシリンダヘッドモータ軸、あるいはポリゴンキャナのモータ軸などの支持軸受では、回転性能、音響性能、フレッチング耐久性能などについて極めて高いレベルとする必要がある。

【0 0 0 3】このような用途に使用される転がり軸受では、少なくとも転動体をセラミックス製とすることで、通常の鋼球を使用した玉軸受よりも優れた高速回転性能、フレッチング耐久性能が得られる。

## 【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例の転がり軸受は、優れた性能を発揮するものの、高価である。これに代えて、高性能でありながら安価な転がり軸受が要求されている。

【0 0 0 5】このような転がり軸受として、金属部品で構成しながら、軌道輪や転動体に対して種々な硬化処理を施すことが数多く提案されている。

【0 0 0 6】上記硬化処理として、硬質皮膜を形成する方法と、表面を改質する方法とがある。

【0 0 0 7】前者の皮膜形成方法では、金属母材との界面強度が不足し、剥離などが発生しやすいなどの欠点がある。

【0 0 0 8】後者の表面改質方法では、高周波焼入れ処理や種々の窒化処理を施すのであるが、いずれの処理でも、金属母材の表面をビッカース硬さ (Hv) で 9 0 0 以上にするものが考えられている。しかも、高周波焼入れ処理では、その処理後に金属表面に歪みが発生するので、研磨処理を施さなければならず、加工コストが高むとともに表層部分を厚く削る必要があつて硬化処理層が残存しにくくなることが指摘される。窒化処理においても同じ理由で窒化処理温度が高いと処理後の変形が大きく、精度および諸機能に不具合が生じる。

【0 0 0 9】このような事情に鑑み、本発明は、転がり軸受において、構成要素を金属製としながら、セラミックス並みの性能を確保することを目的としている。

## 【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】本発明の転がり軸受は、請求項 1 に示すように、軌道輪および転動体を金属製とした構成であり、少なくとも転動体の表面に、ガス浸硫窒化処理によりビッカース硬さ (Hv) で 1 2 0 0 以上の硬度を有する層が設けられていることを特徴としている。

【0 0 1 1】上記ガス浸硫窒化処理は、他の窒化処理、例えば塩浴窒化処理と比較して緻密で十分な厚みを有する硬化層を比較的低温で形成できる。また、少なくとも転動体の硬度を所定値以上に設定しているから、セラミックス製の転動体を用いる転がり軸受と遜色ないレベルで、転動体の耐摩耗性が向上するとともに、軸受のフレッチング耐久性が向上する。しかも、セラミックス製の転動体を用いる転がり軸受よりも製造コストを低くできる。

【0 0 1 2】本発明の転がり軸受は、請求項 2 に示すように、軌道輪および転動体を金属製とした構成であり、少なくとも転動体の表面に、ビッカース硬さ (Hv) で 1 2 0 0 以上の硬化層を有し、転動体の表面粗さが、中心線平均粗さ (Ra) で 0. 0 0 1  $\mu$  m 以下であることを特徴としている。

【0 0 1 3】この構成では、少なくとも転動体の表層の粗さを所定値以下に設定しているので、転動体の転がり

が円滑となり、振動を抑制するうえで有利となる。

【0014】本発明の転がり軸受は、請求項3に示すように、上記請求項1または2において、前記転動体が、 $0.05\mu\text{m}$ 以下の真球度を有する玉であることを特徴としている。

【0015】この構成では、転動体を形状精度の高い玉としているので、転がり円滑となり、振動を抑制するうえで有利となる。

【0016】本発明の転がり軸受は、請求項4に示すように、上記請求項1から3のいずれかにおいて、前記硬化層が、転動体の直径寸法の $0.1\%$ 以上であることを特徴としている。

【0017】この構成では、少なくとも転動体の表層の厚みを所定値以上に設定しているので、フレッチング耐久性の低下の原因となる凝着摩耗の発生を防止できるようになる。

【0018】本発明の転がり軸受は、請求項5に示すように、上記請求項1から4のいずれかにおいて、前記転動体が、マルテンサイト系ステンレス鋼であることを特徴としている。

【0019】この構成では、ガス浸硫窒化処理を実施しても、マルテンサイト系ステンレス鋼からなる母材の硬度低下が抑制され、転がり軸受の寿命低下が抑制される。

【0020】本発明の転がり軸受は、請求項6に示すように、上記請求項1から5のいずれかにおいて、前記転動体の表層が、ガス浸硫窒化処理を施してから研磨仕上げすることにより得られる窒化層であることを特徴としている。

【0021】この構成では、ガス浸硫窒化処理によって発生する転動体表面の歪み、表面粗さの悪化が、転動体表面の研磨仕上げにより矯正されるようになる。

【0022】本発明の転がり軸受は、請求項7に示すように、上記請求項6において、前記ガス浸硫窒化処理を施した時点で、一旦、転動体の直径寸法の $1\%$ 以上に設定されていて、前記研磨仕上げ処理を施すことにより転動体の直径寸法の $0.1\%$ 以上に設定されることを特徴としている。

【0023】そもそも、上記ガス浸硫窒化処理においては、処理温度を高く、処理時間を長くするほど、得られる硬化層の厚みが増加するが、処理による歪みや表面粗さの悪化も進行するので、上記請求項6に示した矯正のための研磨仕上げによる取り代が増加する。そこで、上記構成では、ガス浸硫窒化処理の硬化層と最終的な硬化層の厚みを規定して、ガス浸硫窒化処理後の研磨仕上げによる取り代を適正なものとすることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。

【0025】まず、本発明の玉軸受の使用対象としての

HDD装置について簡単に説明する。図1は、HDD装置を示す断面図である。

【0026】図中、1はスピンドル軸、2はスピンドル軸1の軸方向中間に固定されるステータ、3はスピンドル軸1に一对の玉軸受10、10を介して回転自在に支持されるロータハブ、4はロータハブ3の内周に固定されるロータ、5はロータハブ3の外周に配設される磁気ディスクや光ディスクなどの情報記録媒体である。

【0027】次に、本発明の一実施形態に係る玉軸受について説明する。図2は、玉軸受の断面図である。

【0028】図示する玉軸受10は、深溝玉軸受とされており、内輪11、外輪12、複数の玉13ならびに保持器14を備えている。なお、この玉軸受10は、シール15、15により潤滑剤を封入する構成になっている。

【0029】内・外輪11、12および玉13は、必要に応じて、軸受鋼、ステンレス鋼などの金属材料で形成される。

【0030】ここでは、玉13の品質については、「JIS B 1501」におけるG3等級よりもさらに緻密に規定するのが好ましい。ちなみに、「JIS B 1501」におけるG3等級とは、直径不同を $0.08\mu\text{m}$ 、真球度を $0.08\mu\text{m}$ 、表面粗さを中心線平均粗さ $R_a$ で $0.012\mu\text{m}$ 、ロットの直径の相互差を $0.13\mu\text{m}$ にそれぞれ設定するものを言う。

【0031】具体的に、この実施形態では、玉13の品質について、直径不同を $0.05\mu\text{m}$ 以下、真球度を $0.05\mu\text{m}$ 以下、表面粗さを中心線平均粗さ $R_a$ で $0.001\mu\text{m}$ 以下、ロットの直径の相互差を $0.01\mu\text{m}$ 以下にそれぞれ設定する。

【0032】そして、上記玉13について、母材を例えばJIS規格SUS440Cなどのマルテンサイト系ステンレス鋼とし、その外形形状を整え、表面に対してガス浸硫窒化処理を施すことにより、ビッカース硬さ(Hv)で1200以上の窒化層17を設けるようにしている。

【0033】以下、ガス浸硫窒化処理について説明する。

【0034】まず、外形を整えた玉13を気密構造のチャンバ内にセットし、真空状態として、所要の反応ガスを供給する。この反応ガスとしては、浸炭性ガスと、窒化性ガスと、浸硫性ガスとを混合したもの、つまり $\text{CO} + (\text{NH}_3 + \text{N}_2) + \text{H}_2\text{S}$ を用いる。

【0035】ここで、チャンバ内を $480^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ 例えば $500^\circ\text{C}$ とし、1時間～10時間例えば5時間保持する。この後、所要時間をかけて油冷または空冷により冷却する。

【0036】これにより、まず、反応ガスの特に $\text{H}_2\text{S}$ が対象品である玉13の表面に不可避免的に存在している酸化膜などの不純物因子を除去して、玉13の母材の純

粒な表面を露出する。引き続き、Nが玉13の母材内部に速やかに深く浸透、拡散して、上述したビッカース硬さ(Hv)で1200以上、例えば30~50 $\mu$ mの窒化層17が形成されることになる。なお、窒化層17の深さは、処理温度及び保持時間を適宜設定することにより制御できる。

【0037】以上のようにして形成される窒化層17は、図3に示すように、玉13の最表面から内部へ向かう順に、FeSを主成分とする比較的軟質な浸硫層17a、Fe<sub>2-3</sub>Nを主成分とする超硬質で緻密な窒化合物層17b、玉13の母材にN原子が拡散されてなる比較的硬質な窒化拡散層17cを含む階層構造になる。

【0038】また、上述したようなガス浸硫窒化処理を行えば、玉13の表面に不可避免的に存在している酸化膜を除去して、窒化層17を形成することができるから、処理温度を通常のガス軟窒化や塩浴窒化処理に比べてきわめて低温にできるようになり、玉13の歪みが発生しにくくなる。ちなみに、上記窒化層17の表面粗さは、それを形成する前の対象品の表面粗さより悪化するが、表面に1 $\mu$ m程度の厚みで形成される化合物層に起因するもので、処理後の研磨処理で容易に矯正することができる。また、上記窒化層17の断面を金属顕微鏡（機種：オリンパスPMG3、倍率400倍）で観察すると、平均粒子径が1 $\mu$ m以下で、緻密にかつ平滑に形成されていた。この窒化層17の硬さは、ビッカース硬さ(Hv)で1200~1500（試験荷重25gf）である。

【0039】この窒化層17の厚みは、上記浸硫窒化処理を施した時点で、一旦、玉13の直径寸法の1%以上、好ましくは1.5%以上に設定しておいて、上記研磨仕上げ処理を施すことにより、玉13の直径寸法の0.1%以上、好ましくは0.15%に設定するのがよい。

【0040】次に、上述したようにして製作される玉13についてフレッチング試験を行ったので、説明する。

【0041】フレッチング試験は、以下の条件で軸受の揺動耐久評価を実施し、試験前後での軸受の軸方向振動値を測定し、その増加量を求める方法で実施した。条件としては、揺動角を2度（外輪）、周期を6Hz、軸受予圧を1.7kgf、揺動回数を10万回にしている。試験に用いた玉軸受は、呼び番号695で、ここでは、試料として、実施例1、2と比較例1、2の計4つを用意した。それぞれの試料でサンプル数n=3の試験を行い、試験前後での軸受の軸方向振動値の増加量を求めた。

【0042】実施例1は、玉13をSUS440Cとし、その表面に上記浸硫窒化処理によりHv1200の窒化層17を設けている。ここでの窒化層17の厚みは、3 $\mu$ mであり、これは転動体直径(Bd・2mm)の0.15%になる。そして、玉13の品質は、直径不

同を0.05 $\mu$ m、真球度を0.05 $\mu$ m、表面粗さを中心線平均粗さRaで0.001 $\mu$ m、ロットの直径の相互差を0.01 $\mu$ mにそれぞれ設定している。

【0043】実施例2は、玉13をSUS440Cとし、その表面に上記浸硫窒化処理によりHv1200の窒化層17を設けている。窒化層17の厚みは実施例1と同じく3 $\mu$ mにした。そして、玉13の品質は、JISB1501におけるG3等級に相当するもの、つまり、直径不同を0.08 $\mu$ m、真球度を0.08 $\mu$ m、表面粗さを中心線平均粗さRaで0.012 $\mu$ m、ロットの直径の相互差を0.13 $\mu$ mにそれぞれ設定している。

【0044】比較例1は、玉13をSUS440Cとし、その表面に上記浸硫窒化処理によりHv1000の窒化層17を設けている。窒化層17の厚みは実施例1、2と同じく3 $\mu$ mにした。そして、玉13の品質は、上記実施例2と同じに設定している。

【0045】比較例2は、玉13を等方加圧焼結処理(HIP)により形成した窒化けい素セラミックスとしている。そして、玉13の品質は、上記実施例2と同じに設定している。

【0046】フレッチング試験の結果は、以下の表のようになり、実施例1、2では、比較例1よりも優れていて、しかも、比較例2と同等の優れたフレッチング耐久性が得られることを確認できた。

【0047】試料

フレッチング試験結果

(試験前後の振動値の増加量、mG) 実施例13.1  
実施例22.9 比較例1152.3 比較例23.

2 また、窒化層17の厚みが転動体直径の0.1%未満（ここでは、Bd=2mmの0.1%、すなわち2 $\mu$ m）だと、上記フレッチング試験で優れた耐久性は得られなかった。

【0048】さらに、玉軸受10の非同期回転振れ(Non Repeatable Run Out:NRRO)や振動を調べたので、説明する。

【0049】ここでの試料は、上述した実施例1、2と、比較例1、2を用いるので、説明を省略する。

【0050】NRRO試験装置は、図4に示すものを用いる。図例のNRRO試験装置において、20は試料軸受、21はスピンドル軸、22はサーボモータ、23はゴムカップリング、24はフレーム、25は防振ゴム、26はエアベアリング、27は非接触変位センサ、28は信号処理装置である。

【0051】この装置では、スピンドル軸21の径方向の振れを測定して、この各回転ごとの振れを重ねた状態での重ね幅をNRRO量としている。

【0052】このNRRO測定の結果としては、比較例1を「1」とすると、比較例2および実施例1、2は「約0.1」となる。つまり、比較例2および実施例

1. 2は比較例1よりも約1/10にと大幅に減少した。

【0053】また、玉軸受10の振動測定については、図5に示すように、振動ピックアップ31を水平姿勢のス핀ドル軸32に取り付けた玉軸受10の外輪12に対して接触させることにより径方向での変位物理量を測定している。

【0054】この振動測定の結果としては、比較例1を「1」とすると、比較例2はおおよび実施例1、2は「約0.03」となる。つまり、比較例2および実施例1、2は比較例1よりも約1/30にと大幅に減少した。しかも、実施例1、2は比較例2とほぼ同等になった。

【0055】以上説明したように、玉13の表面にHV1200以上の硬度を有する窒化層17を設けていれば、玉13の耐摩耗性が向上し、軸受のフレッチング耐久性をセラミックス製の玉を使用した場合と同等の性能にまで向上させることができる。

【0056】しかも、玉13の品質について、「JIS B 1501」のG3等級よりもさらに緻密に規定することにより、玉軸受10に組み込む全玉13の品質を高いレベルで均一化して、個体差を激減させていけば、非同期回転振れ(NRRO)や振動を格段に小さくできるようになる。このような玉軸受10であれば、特に高精度な回転性能が要求されるような装置に好適に利用できる。

【0057】なお、本発明は上記実施形態にのみ限定されるものではなく、種々な応用や変形が考えられる。例えば上記実施形態では、玉軸受を例示したが、ころ軸受も本発明に含まれる。

【0058】

【発明の効果】請求項1から7の発明では、転がり軸受の軌道輪および転動体を金属製とし、少なくとも転動体にガス浸硫窒化処理を行うことで、表面の硬度を所定値以上に設定しているから、セラミックス製の転動体を用いる転がり軸受と遜色ないレベルで、耐摩耗性およびフレッチング耐久性が向上し、セラミックス製の転動体を用いる転がり軸受に比べて安価で提供できる。

【0059】特に、請求項2の発明では、少なくとも転動体の表層の粗さを所定値以下に設定しているため、転動体の転がり円滑となり、振動を抑制するうえで有利

となる。

【0060】また、請求項3の発明では、転動体を形状精度の高い玉としているので、転がり円滑となり、振動を抑制するうえで有利となり、特に高精度な回転性能が要求されるような装置に好適に利用できる。

【0061】また、請求項4の発明では、少なくとも転動体の表層の厚みを所定値以上に設定しているため、フレッチング耐久性の低下の原因となる凝着摩耗の発生を防止することができる。

【0062】また、請求項5の発明では、転動体の材質をマルテンサイト系ステンレス鋼としているため、ガス浸硫窒化処理を実施しても母材の硬度低下が抑制でき、軸受の寿命低下を抑制できるようになる。

【0063】また、請求項6の発明では、ガス浸硫窒化処理によって発生する転動体表面の歪みや、表面粗さの悪化を、研磨仕上げで矯正できるので、非同期回転振れ(NRRO)や振動を格段に小さくできるようになる。

【0064】また、請求項7の発明では、ガス浸硫窒化処理時の硬化層と最終的に必要な硬化層の厚みを規定しているため、ガス浸硫窒化処理後の研磨仕上げによる取り代を適正なものとし、研磨仕上げにおける取り代を小さくすることにつながるため、製造コストの低減に貢献できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の玉軸受の使用例としてのHDD装置を示す断面図

【図2】本発明の一実施形態に係る玉軸受の上半分を示す断面図

【図3】浸硫窒化処理により窒化層を設けた玉の表面を拡大した断面図

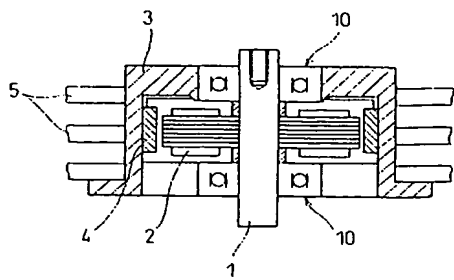
【図4】NRRO試験装置の概略構成

【図5】振動測定の形態を示す説明図

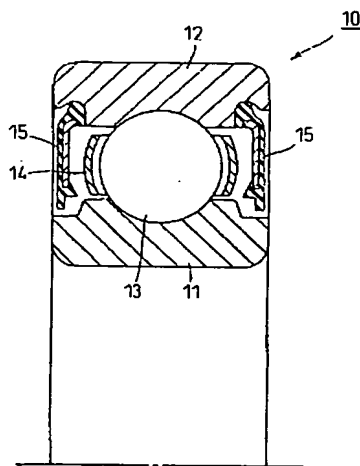
【符号の説明】

- 10 玉軸受
- 11 内輪
- 12 外輪
- 13 玉
- 14 保持器
- 20 玉の窒化層

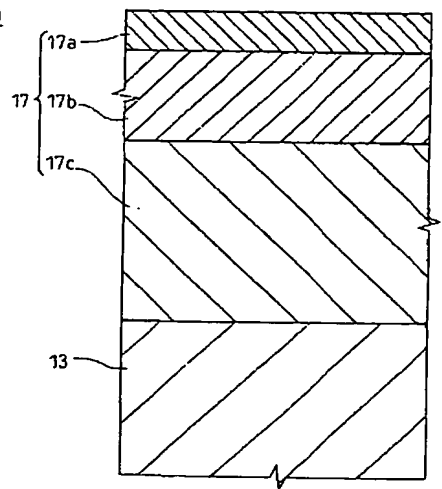
【図1】



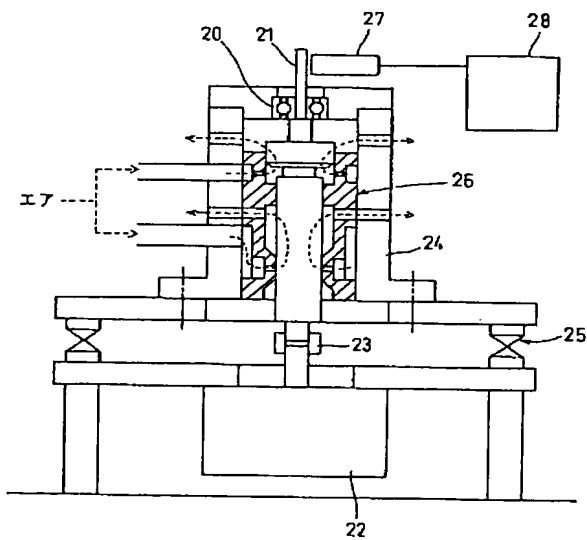
【図2】



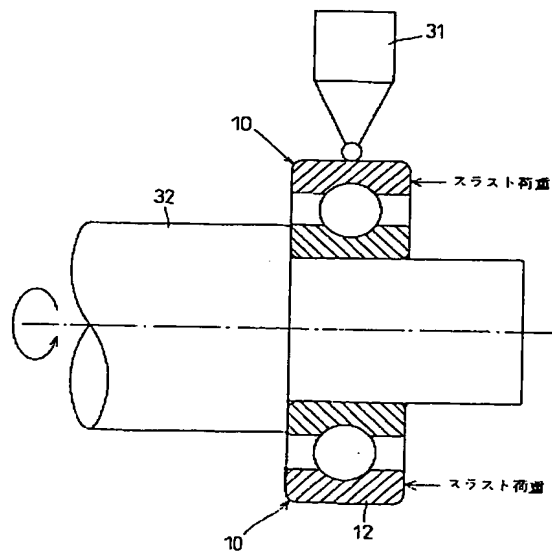
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J101 AA03 AA32 AA42 AA62 BA02  
BA10 DA02 DA11 EA03 EA06  
FA44 GA53